

СУЧАСНІ МЕТОДИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОЛІЙ ТА ЖИРІВ У ТЕХНОХІМКОНТРОЛІ ЖИРОПЕРЕРОБНОГО ВИРОБНИЦТВА

І.В. ЛЕВЧУК¹, В.А. КІЩЕНКО¹, В.К. ТИМЧЕНКО², К.В. КУНИЦЯ²

¹ ДП «Укрметртестстандарт», Київ, УКРАЇНА

² Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, УКРАЇНА

*email: iryna.levchuk.v@gmail.com

АНОТАЦІЯ У статті представлено результати досліджень жирнокислотного, ацилгліцеринового складу та складу стеринової фракції сумішей рослинних і тваринних жирів. Показано, що сучасні способи ідентифікації олій та жирів повинні застосовувати комплекс аналітичних методів газорідної хроматографії та хроматомас-спектроскопії. Науково обґрунтовано необхідність перегляду схем технохімічного контролю початкової сировини жиропереробного виробництва.

Ключові слова: олієжирова сировина, жирнокислотний склад, ацилгліцериновий склад, склад стеринів, технохімічний контроль

АННОТАЦИЯ В статье представлены результаты исследований жирнокислотного, ацилглицеринового состава и состава стериновой фракции смесей растительных и животных жиров. Показано, что современные способы идентификации масел и жиров должны использовать комплекс аналитических методов газожидкостной хроматографии и хроматомасс-спектроскопии. Научно обоснована необходимость пересмотра схем технохимического контроля исходного сырья жиропереработного производства.

Ключевые слова: масложировое сырье, жирнокислотный состав, ацилглицериновый состав, состав стеринов, технохимический контроль

MODERN METHODS FOR THE IDENTIFICATION OF OILS AND FATS IN TEKHNOKONTROL INOPERATIVE PRODUCTION

I. LEVCHUK¹, V. KISHCHENKO¹, V. TIMCHENKO², E. KUNITSA²

¹ SE "Ukrmetrteststandard", Kiev, UKRAINE

² National Technical University "Kharkov Polytechnic Institute", Kharkov, UKRAINE

ABSTRACT There is the acute problem of adulteration of food and food raw materials, particularly oil and fat in Ukraine today. The main analytical technique used to identify edible vegetable oils, is the determination of the total fatty acid composition, however, this method is not always possible to determine the composition of mixtures of fats. The article presents the research results of fatty acid and acylglycerols structure and composition of the sterol fraction of model mixtures of milk fat with alien fats of animal and vegetable origin. The developed method is a comprehensive approach to the identification of milk fat, which includes the analysis of fatty acid composition, acylglycerols structure and composition of the sterol fraction. For detection of adulteration of milk fat according to acylglycerols composition defined boundaries define alien fats, which range from 2-10 %. According acylglycerols composition of model mixtures of milk fat palm oil (natural and hydrogenation) developed a computational method for determining the content of palm oil fatty basis spreads and other fatty substances, which allows to determine the content of palm oil in the fatty bases spreads and other fatty compounds. Practical recommendations regarding the need to revise the schemes technochemical control in the production of spreads, margarine, blended vegetable oils, confectionery, culinary, bakery and dairy fats by using modern methods of identification of oils and fats using chromatographic methods research.

Keywords: oil fatty raw materials, fatty acid composition, acylglycerols composition, the composition of sterols, technochemical control

Вступ

Найважливішою умовою виробництва високоякісної олієжирової продукції є проведення фундаментальних досліджень властивостей сировини та продукції з неї.

Виробництво високоякісної олієжирової продукції є можливим на основі суворого дотримання технічних і технологічних регламентів, рецептур, санітарно-гігієнічних норм і правил та здійснення багатопараметричного моніторингу показників

якості сировини і готової продукції. Запровадження комп'ютерних технологій, використання сучасної вискоєфективної вимірювальної техніки і засобів вимірювання, експрес-методів мікробіологічного та фізико-хімічного контролю якості продукції є запорукою виробництва олієжирових продуктів харчування гарантованої якості та безпеки, гармонізованих з міжнародними стандартами [1].

У жиропереробному підприємстві здійснюються наступні види контролю виробництва: операційний, інспекційний, прийомний, суцільний, вибірковий і періодичний, які здійснюються вимірювальними, реєстраційними, візуальними або органолептичними методами.

Схеми технохімічного контролю олієжирового виробництва включають: контроль сировини і матеріалів, контроль технологічного процесу та контроль готової продукції. Вперше вони були створені у 60-х роках минулого століття, переглянуті у період 1970-1971 [2], а у теперішній час є прерогативою технологічних регламентів конкретного підприємства.

У зв'язку з появою в Україні олієжирових підприємств різних форм власності, розширенням асортименту продукції споживчий ринок не обходиться без підробок або продуктів сумнівної якості.

Сьогодні в Україні існує також гостра проблема щодо фальсифікації харчових продуктів та продовольчої сировини, зокрема, олієжирової. Найчастіше фальсифікуються дорогі види рослинних олій та продукти, що містять молочний жир.

Основним аналітичним методом, який використовується для ідентифікації харчових рослинних олій, є визначення загального жирнокислотного складу. Проте, цей метод не завжди дозволяє встановити склад жирових сумішей. Крім того, одержані негативні результати потребують додаткового підтвердження [3-5].

Тому для достовірної ідентифікації олій, жирів та жировмісних продуктів виникає необхідність застосування комплексного підходу, який базується на результатах визначення декількох показників: загального жирнокислотного складу, жирнокислотного складу у другому положенні ацилгліцеринових молекул, ацилгліцеринового складу та складу стеринової фракції. Метод газорідинної хроматографії з використанням капілярних

колонок і полум'яно-іонізаційного детектору дозволяє вирішити ці завдання.

Зважаючи на викладене вище, розробка сучасних схем технохімічного контролю олієжирової продукції з використанням сучасних методів інструментального аналізу та методів ідентифікації олій та жирів є актуальною науково-практичною проблемою.

Аналіз літературних даних і постановка проблеми

Ідентифікація харчових продуктів є однією із складових технічного регулювання, яке в умовах глобалізації світового ринку відноситься до одного із основних регуляторів проблеми бар'єрів у торгівлі. Технічне регулювання налагоджує взаємини між суб'єктами ринку з метою запобігання появи на ринку недоброякісної, потенційно небезпечної та контрафактної продукції. Глобалізація світового ринку спричиняє довге переміщення харчових продуктів уздовж логістичного ланцюгу, що приводить до його знеособлення і виникають проблеми виявлення походження продукції і відповідності її якості [6].

Одним із заходів, який забезпечує випуск якісної та безпечної продукції, є упровадження на підприємстві харчової промисловості системи управління якістю та безпеки з обов'язковим застосуванням принципів НАССР [7]. Однак, доцільно відмітити, що використання таких систем управління якістю та безпекою не вирішує всіх проблем, оскільки запроваджує вимоги тільки до власне виробництва продукції. Між тим якість продукції визначається не тільки вимогами до самої продукції, але й до відповідної сировини, умовам зберігання і транспортування, вирощування і т. ін. Саме ця складова харчового ланцюгу найбільш вразлива у процесі контролювання і оцінці відповідності споживчим вимогам.

Оцінити якість продукції у харчовому ланцюзі, виявити відповідність її бажаним нормам, а також походження можна тільки шляхом ідентифікації.

Ідентифікація відрізняється за способами реалізації і призначенню від процедури оцінки якості і безпеки харчової продукції, яка виконується за суворо регламентованим у нормативній документації переліком показників і по суті тільки підтверджує відповідність її конкретному стандарту або технічним умовам [7].

Значне розширення асортименту продуктів харчування на споживчому ринку супроводжується, на жаль, намаганнями деяких виробників випускати під виглядом відомих товарних марок відверті підробки або продукцію явно зниженої якості. Найчастіше фальсифікації піддають дорогі види рослинних олій (маслинову, какао-масло, горіхову) і молочні продукти (масло, вершки, сметану, сир, згущене та сухе молоко, морозиво та ін.). Фальсифікацію олієжирової продукції можна умовно розділити на дві групи: «груба», якщо вміст рослинних добавок більше 20 %, і «тонка», коли частка останніх – менше 20 % [8]. У зв'язку з цим особливої актуальності набуває пошук, розробка і удосконалення сучасних методів контролю, які б змогли швидко і ефективно виявити факт фальсифікації жирового продукту.

Фізико-хімічні показники, які визначають традиційними способами, є недостатніми для оцінки якості і перевірки аутентичності жирів, оскільки у олієжировому виробництві з'явилися нові технології модифікування жирів (гідрогенізування, переетерифікування, купажування та ін.), які ускладнюють виявлення фальсифікатів [10-13].

У наступний час для виявлення фальсифікацій жирових продуктів все більшого поширення набувають методи газорідинної хроматографії, інфрачервоної Фур'є-спектроскопії та хроматомас-спектроскопії [8, 9].

Найбільш достовірними показниками, які характеризують якість та аутентичність олієжирової продукції є жирнокислотний та ацилгліцериновий склади [14, 15], а також параметри стеринової фракції, які визначають хроматографічними і спектрометричними методами [16-18].

Мета і задачі дослідження

Метою даного дослідження є створення наукового підходу до розробки сучасних схем технохімічного контролю сировини і готової продукції жиропереробного виробництва.

Для реалізації поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- розробити метод комплексного підходу до ідентифікації молочного жиру;
- дослідити технологічні суміші молочного жиру і його заміника з натуральною та гідрованою пальмовою олією;
- сформулювати науково обґрунтовані

рекомендації щодо сучасних схем технохімічного контролю жиропереробного виробництва.

Об'єкти та методи дослідження

Об'єктами даного дослідження є рослинні та тваринні жири і жирові продукти з комбінованою жировою фазою.

Для дослідження використовували методи газорідинної хроматографії.

Жирнокислотний склад, склад стеринів та цис-транс ізомери жирних кислот досліджували методом газорідинної хроматографії на газовому хроматографі Hewlett Packard HP-6890 із застосуванням капілярної колонки HP-88 (88%-cyanopropyl aryl-polysiloxane, Agilent Technologies) довжиною 100 м, з внутрішнім діаметром 0,25 мм та товщиною нерухомої фази 0,2 мкм за наступних умов: швидкість потоку газу-носія – 1,2 мл/хв, коефіцієнт поділу потоку – 1:100, температура випаровувача – 280 °С, температура детектора (ПД) – 290 °С, температурний режим колонки – поступовий нагрів від 60 °С до 230 °С.

Для ідентифікації хроматографічних піків та обрахунку хроматограм використовували суміш метилових ефірів жирних кислот 37 Component FAME Mix т.м. Supelco (кат. № 47885-U). Реєстрацію та обробку хроматограм здійснювали за допомогою персонального комп'ютера, оснащеного програмним забезпеченням HP ChemStation.

Визначення ацилгліцеринового складу проводили на газовому хроматографі CP-3800 (Varian), обладнаному полум'яно-іонізаційним детектором, системою електронного управління потоками газів, універсальним інжектором для введення зразків у режимах з розділенням та без розділення потоків та автосемплером (CP-8410 Varian). Використано капілярну колонку DB-5HT (Agilent Technologies) довжиною 15 м. Нерухома фаза метилфенілполісилоксан. Програмування температур від 90 °С до 380 °С. Для калібрування колонки використовувався стандартизований зразок зневодненого молочного жиру BCR 519. Ідентифікацію піків та їх інтегрування проводили з використанням програмного забезпечення "Galaxy".

Результати дослідження ідентифікації олій та жирів та жировмістивних продуктів

Таблиця 1 – Межа визначення чужорідних жирів у молочному жирі, %

Вид жиру	Межа визначення, %
Соняшникова олія	2
Соева олія	5
Ріпакова олія	7
Пальмоядрова олія	5
Пальмова олія	5
Кокосова олія	5
Замінник молочного жиру з комбінованим складом	5
Свинячий жир	5
Риб'ячий жир	10
Жир морських ссавців	10

Виявлення фальсифікації молочного жиру залишається актуальним науковим завданням у зв'язку із появою на ринку України великої кількості так званого «вершкового масла» та інших молочних продуктів з додаванням жирів рослинного та тваринного походження.

Для виявлення фальсифікації молочного жиру недостатньо даних щодо жирнокислотного та ацилгліцеринового складу, які дають змогу тільки якісно оцінити присутність інших жирів. Зокрема, визначити 10-20 % домішок за допомогою аналізу жирнокислотного складу неможливо за причини природних коливань складу жирних кислот і молочного жиру, і рослинних жирів у досить широкому діапазоні [19–21].

Для встановлення процентного вмісту молочного жиру в жировій суміші визначають склад стеринової фракції, зокрема, виявляють кількість холестеролу, як стеролу тваринного походження. Слід відмітити, що у останній час в Україну потрапляють комерційні жири для молочних продуктів, що містять тваринні жири, зокрема, оброблені за спеціальною технологією жири морських ссавців. В таких продуктах головним стеринном у складі стеринової фракції залишається холестерол, масову частку якого максимально наближено до молочного жиру.

Визначення фальсифікації олієжирової продукції за складом стеринової фракції (власне за вмістом рослинних стеринів) з використанням газової хроматомас-спектроскопії є найбільш достовірним методом, який дозволяє виявити добавки олій рослинного походження від 2 % і вище.

На підставі виконаних нами досліджень ацилгліцеринового складу модельних сумішей молочного жиру з чужорідними рослинними та тваринними жирами визначено межі визначення їх, які наведено в табл. 1.

Таким чином, для ефективного технохімічного контролю виробництва і переробки молочного жиру, а також визначення його фальсифікації необхідно застосування комплексу аналітичних методів, який включає визначення загального жирнокислотного складу, ацилгліцеринового складу та складу стеринової фракції.

Як свідчить практика жиропереробного виробництва, під час виробництва маргаринової продукції та спеціальних жирів часто використовують натуральну та гідровану пальмову олію та їх технологічні суміші з іншими жирами. Такі композиції часто використовуються як замітники молочного жиру, жири для кондитерської та молочної промисловості, жирові основи спредів.

Для перевірки якості жирів, що входять до складу спредів, а також дотримання співвідношення молочного і рослинного жирів запропоновано визначати ацилгліцериновий склад жирових основ у поєднанні з кількісним аналізом масляної (C^0_4) кислоти, характерної для молочного жиру.

Оцінку доцільності визначення ацилгліцеринового складу зроблено на підставі визначення цього показнику для модельних сумішей молочного жиру (20-95 %) і пальмової олії (5-80 %) та молочного жиру (60-95 %) і гідрованої пальмової олії (5-40 %). Одержані дані щодо ацилгліцеринового складу зазначених технологічних сумішей у порівнянні з таких індивідуальних компонентів представлено на рис. 1,2 у вигляді діаграм.

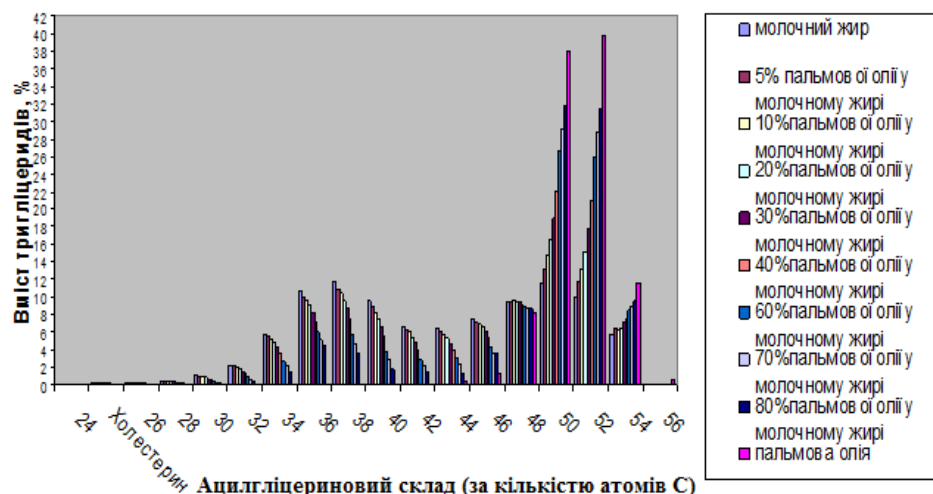


Рис. 1 – Діаграма ацилгліцеринового складу молочного жиру, дезодорованої пальмової олії та їх сумішей

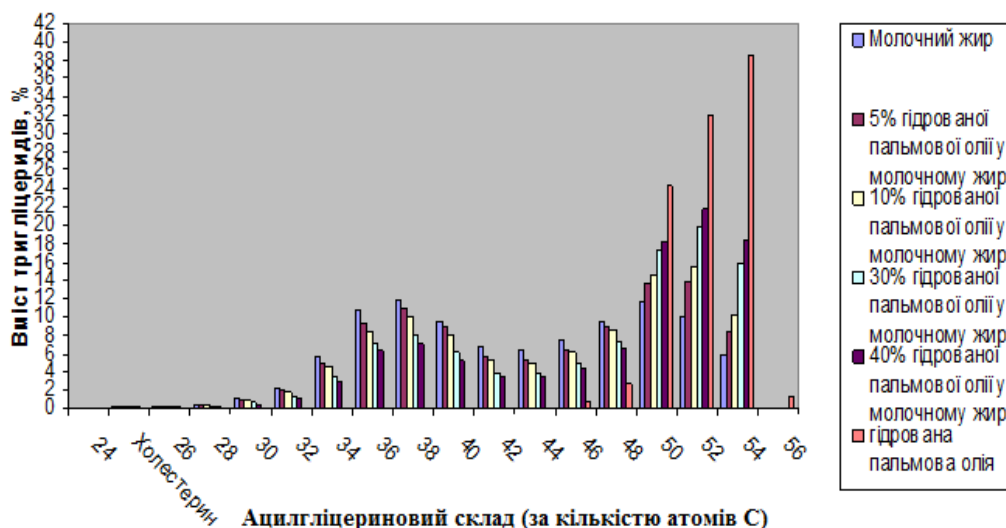


Рис. 2 – Діаграма ацилгліцеринового складу молочного жиру, гідрованої пальмової олії та їх сумішей

Встановлено, що зі збільшенням частки домішки пальмової олії (натуральної та гідрованої) у молочному жирі вміст високомолекулярних ацилгліцеринів (C50, C52, C54) збільшується, а вміст низько- та середньомолекулярних (C24-C44) – знижується.

Очевидно, що вміст високомолекулярного ацилгліцерину C54 у гідрованій пальмовій олії ($38,694 \pm 0,520$ %) є значно більшим, ніж у дезодорованій пальмовій олії ($11,631 \pm 0,086$ %) за рахунок зміни жирнокислотного складу і перетворення лінолевої кислоти у транс-ізомери олеїнової ($C_{18}^{1=}$) кислоти.

Аналогічні дані одержано для сумішей молочного жиру з кокосовою, пальмоядровою,

рідкими рослинними оліями (соєвою, ріпаковою, маслиною, соняшниковою, лляною, кукурудзяною), гідрованим риба-чим жиром, свинячим жиром та замінниками молочного жиру «Комбіол» та «Делікон».

Для всіх досліджених сумішей одержано розрахункові формули сумарного ацилгліцеринового складу на основі пакетів прикладних програм Microsoft Office Excel.

У загальному вигляді сумарний ацилгліцериновий склад визначають лінією регресії

$$S = 2,7575 \cdot C_{26} + 6,4077 \cdot C_{28} + 5,5437 \cdot C_{30} - 15,3247 \cdot C_{32} + 6,2600 \cdot C_{34} + 8,0108 \cdot C_{40} - 5,0336 \cdot C_{42} + 0,6356 \cdot C_{44} + 6,0171 \cdot C_{46} \quad (1)$$

де: S – сумарний вміст ацилгліцеринів, %;
 $C_{26}, C_{28}...C_{46}$ – масова частка індивідуальних ацилгліцеринів, %.

Встановлено також, що при збільшенні вмісту замінику у молочному жирі лінійно збільшується масова частка ацилгліцеринів C_{50} і C_{52} (рис. 3), що є найкращою ознакою присутності домішки пальмової олії у молочному жирі.

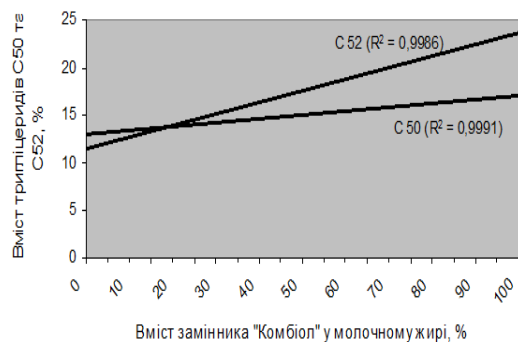


Рис. 3 – Кореляція між вмістом заміника «Комбіол» у молочному жирі та вмістом C_{50} або C_{52} у цих сумішах

Крім сумарного ацилгліцеринового складу (S), розрахованому за рівнянням (1), одержано подібні залежності для конкретних сумішей, які дозволяють розрахувати ацилгліцериновий склад суміші молочного жиру з певним чужорідним жиром (S_f). Далі за процедурою, яку детально представлено в роботі [22], розраховують, наприклад, вміст пальмової олії у жирових основах спредів або інших жирових сумішах.

Таким чином, для вирішення багатьох виробничих задач, пов'язаних з технохімічним контролем початкової сировини жиропереробного виробництва, а також для запобігання фальсифікації молочного жиру потрібно залучати сучасні методи ідентифікації олій та жирів за схемою, представленою на рис. 4.

Необхідність запровадження сучасних методів ідентифікації олій та жирів з використанням хроматографічних методик дослідження не обмежується тільки виробництвом спредів, які мають комбіновану жирову основу.

Так, одним з напрямків технології модифікованих жирів є технологія купажованих олій, збалансованих за співвідношенням $w-6/w-3$ поліненасичених жирних кислот. Технохімічний контроль виробництва та якості купажованих олій здійснюється за допомогою комп'ютерних

програм, які забезпечують постійний контроль жирнокислотного складу початкових олій та одержаних купажів. З огляду на викладене вище, контролю аутентичності олій та жирів тільки за жирнокислотним складом недостатньо.

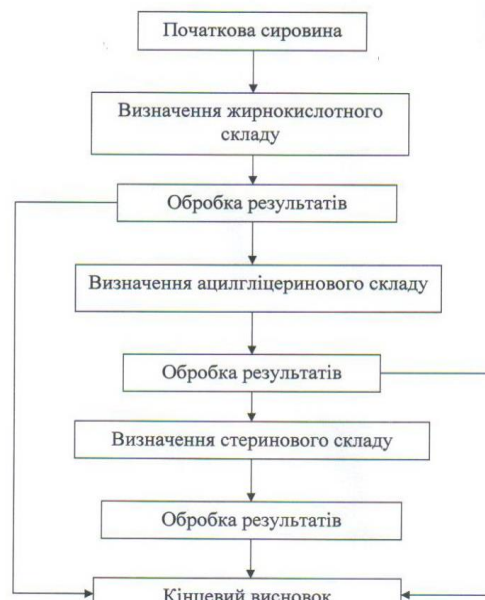


Рис. 4 – Схема ідентифікації олій та жирів у технохімічному контролі початкової сировини жиропереробного виробництва

Іншим прикладом необхідності перегляду схем технохімічного контролю є виробництво

замінників, поліпшувачів, сурогатів та еквівалентів какао-масла. Технологічні схеми зазначених продуктів є складними, тому що поєднують декілька способів модифікації початкової жирової сировини, від справжності якої залежить якість кінцевого продукту.

Такого ж комплексного підходу до технохімічного контролю початкової сировини потребує виробництво жирів кулінарних, хлібопекарських, для молочної промисловості і особливо кондитерських, які мають цілеспрямовану дію і вузький діапазон фізичних характеристик окремих марок (температур плавлення і твердості), які, в свою чергу, залежать від присутності домішок сторонніх жирів.

Застосування комплексу аналітичних методів для встановлення аутентичності олійно-жирової сировини та олієжировмісних продуктів дозволить також вирішувати такі

технологічні задачі, як визначення домішок соняшникової олії у маслиновій, наявність замінників та еквівалентів какао-масла в шоколаді і т. ін.

Таким чином, результати даного дослідження будуть використані фахівцями олієжирової галузі та суміжних галузей харчової промисловості під час створення сучасних схем техноіміконтролю відповідних виробництв.

Висновки

Розроблено метод комплексного підходу до ідентифікації молочного жиру, який включає аналіз жирнокислотного складу, ацилгліцеринового складу та складу стеринової фракції. Для виявлення фальсифікації молочного жиру за даними ацилгліцеринового складу визначено межі визначення чужорідних жирів, які складають від 2-10 %.

За даними ацилгліцеринового складу модельних сумішей молочного жиру з пальмовою олією (натуральною та гідрованою) розроблено розрахунковий метод, який дозволяє визначити вміст пальмової олії у жирових основах спредів та інших жирових сумішах.

Сформульовано практичні рекомендації щодо необхідності перегляду схем техноімічного контролю у виробництві спредів, маргаринів, купажованих рослинних олій, кондитерських, кулінарних, хлібопекарських та для молочної промисловості жирів із залученням сучасних методів ідентифікації олій та жирів з використанням хроматографічних методик дослідження.

Список літератури

- 1 Паронян, В. Х. Аналитический контроль и оценка качества масложировой продукции / В. Х. Паронян, Н. М. Скрябина. – М.: ДеЛипринт, 2007. – 312 с.
- 2 Руководство по методам исследования, теххимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности. – Л.: ВНИИЖ, 1971. – Т. VI. – Вып. 1. – 166 с.
- 3 Wood, Sh. Trans Fat Content in Blood Linked to CHD Risk / Shelley Wood // *Medscape Medical News*. – 2007. – P. 100–115.
- 4 Lemaitre R.N. Cell Membrane Trans-Fatty Acids and the Risk of Primary Cardiac Arrest / R. N. Lemaitre, I. B. King, T. E. Raghunathan // *American Heart Association. Circulation*. – 2002. – № 105. – P. 697–701.

- 5 Dietary Guidelines for Americans 2005. US Department of Agriculture and US Department of Health and Human Services [Electronic resource]. – Available from: <http://www.health.gov/dietaryguidelines/dga2005/document/pdf/DGA2005.pdf>, accessed 14.01.2007.
- 6 Рожнов, М. С. Методы и подходы к идентификации пищевых продуктов / М. С. Рожнов, Д. Н. Мельник, В. А. Голодняк, И. Н. Демидов // *Масложировой комплекс*, 2013. – № 4 (43). – С. 43–46.
- 7 Попова, Н. В. Система ХАССП применительно к пищевым производствам / Н. В. Попова // *Масла и жиры*, 2008. – № 12. – С. 12–13.
- 8 Проданчук, Г. Н. Установление фальсификации жиров растительного и животного происхождения современными методами аналитической химии / Г. Н. Проданчук, С. А. Сенин, А. П. Василенко и др. // *Масложировой комплекс*, 2009. – № 4 (27). – С. 46–49.
- 9 Chmilenko, F. A. Complex chromatographic determination of the adulteration of dairy products: A new approach // F. A. Chmilenko, N. P. Minaeva, L. P. Sidorova / *Journal of Analytical Chemistry*, 2011. – Volume 66, Issue 7. – P. 572–581.
- 10 Макаручук, Т. Л. Проблемы качества и безопасности новых масложировых продуктов / Т. Л. Макаручук, А. Е. Подрушняк, А. В. Коваль // *Проблеми харчування*, 2003. – № 1. – С. 44–46.
- 11 Осейко, М. Олії та жири: склад, методи одержання, якість / М. Осейко, А. Українець, С. Усатюк та ін. // *Харчова і переробна промисловість*, 2004. – № 5. – С. 17–19.
- 12 Иванкин, А. Н. О качестве растительных и животных жиров / А. Н. Иванкин, И. М. Чернуха, Т. Г. Кузнецова // *Масложировая промышленность*, 2007. – № 2. – С. 8–11.
- 13 Гладкий, Ф. Ф. Технологія модифікованих жирів / Ф. Ф. Гладкий, В. К. Тимченко, І. М. Демидов та ін. – Х. : Підручник НТУ «ХПІ», 2014. – 214 с.
- 14 Жири та олії тваринні. Аналізування методом газової хроматографії метилових ефірів жирних кислот: ДСТУ ISO 5508:2001 [Текст] / Чинний від 2003-01-01. – Київ: Держспоживстандарт України, 2003. – 15 с.
- 15 Масла растительные и маргариновая продукция. Метод обнаружения фальсификации ГОСТ 30623-98. – [Введен с 2000-01-01]. – М.: Стандартиформ, 2010. – 16 с.
- 16 Жир молочный. Виявлення рослинного жиру методом газорідної хроматографії стеринів (контрольний метод): ДСТУ ISO 3594:2001 [Текст] / Чинний від 2009-01-01. – Київ: Держспоживстандарт України, 2009. – 11 с.
- 17 Жири та олії тваринні і рослинні. Визначення складу стеринової фракції. Газохроматографічний метод: ДСТУ ISO 6799:2002 [Текст] / Чинний від 2003-04-01. – Київ: Державний комітет з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2003. – 8 с.
- 18 Жир молочный. Метод обнаружения растительных жиров газожидкостной

- хроматографією стеринів ГОСТ Р 51471-99. – [Введен с 2001-01-01]. – М.: Росстандарт России, 2001. – 5 с.
- 19 **Рудаков, О. Б.** Качественная идентификация молочного жира по хроматографическим данным / **О. Б. Рудаков, К. К. Полянский, М. П. Алексюк** // *Журнал аналитической химии*, 2002. – Т. 57. – № 12. – С. 1267–1275.
- 20 **Vetter, W.** Differentiation of refined and virgin edible oils by means of the trans- and cis-phytol isomer distribution // **W. Vetter, Markus Schröder and Katja Lehnert** / *J. Agric. Food Chem.*, 2012. – Volume 60 (24). – P. 6103–6107.
- 21 **Lipp, M.** Review of methods for the analysis of triglycerides in milk fat: application for studies of milk quality and adulteration // **M. Lipp** // *Food Chemistry*, 1995. – Volume 54, Issue 2. – P. 213–221.
- 22 **Кіщенко, В. А.** Удосконалення методів контролю показників якості у технології природних та модифікованих жирів [Текст] : автореф. дис. на здобуття наук. ступеню канд. техн. наук : спец. 05.18.06 «Технологія жирів, ефірних масел і парфумерно-косметичних продуктів» / **В. А. Кіщенко**. – Харків, 2011. – 19 с.
- References**
- 1 **Paronjan, V. H., Skryabina, N. M.**, Analiticheskii kontrol' i ocenka kachestva maslozhировой продукции, M.: DeLiprint, 2007, 312.
- 2 Rukovodstvo po metodam issledovaniya, tehnohimicheskomu kontrolyu i uchetu proizvodstva v maslozhировой promyshlennosti. – L.: VNIIZh, 1971, T. VI, Vip. 1., 166.
- 3 **Wood, Sh.** Trans Fat Content in Blood Linked to CHD Risk, *Medscape Medical News*, 2007, 100–115.
- 4 **Lemaitre, R. N., King, I. B., Raghunathan T. E.**, Cell Membrane Trans-Fatty Acids and the Risk of Primary Cardiac Arrest, *American Heart Association. Circulation*, 2002, 105, 697–701.
- 5 Dietary Guidelines for Americans 2005. US Department of Agriculture and US Department of Health and Human Services [Electronic resource]. – Available from: <http://www.health.gov/dietaryguidelines/dga2005/document/pdf/DGA2005.pdf>, accessed 14.01.2007.
- 6 **Rozhnov, M. S., Melnik, D. N., Golodnjak, V. A., Demidov, I. N.** Metody i podhody k identifikacii pishovyh produktov, *Maslozhировой kompleks*, 2013, 4 (43), 43–46.
- 7 **Popova, N. V.** Sistema HASSR primenitelno k pishevym proizvodstvam, *Masla i zhiry*, 2008, 12, 12–13.
- 8 **Prodanchuk, G. N., Senin, S. A., Vasilenko, A. P. i dr.** Ustanovlenie falsifikacii zhirov rastitelnogo i zhivotnogo proishozhdeniya sovremennymi metodami analiticheskoi himii, *Maslozhировой kompleks*, 2009, 4 (27), 46–49.
- 9 **Chmilenko, F. A., Minaeva, N. P., Sidorova, L. P.** Complex chromatographic determination of the adulteration of dairy products: A new approach, *Journal of Analytical Chemistry*, 2011, 66, 7, 572–581.
- 10 **Makarchuk, T. L., Podrushnjak, A. E., Koval, A. V.** Problemy kachestva i bezopasnosti novyh maslozhировых produktov, *Problemi harchuvannya*, 2003, 1, 44–46.
- 11 **Oseiko, M., Ukraïnets, A., Usatyuk, S. ta in.** Olii ta zhiri: sklad, metodi oderzhannya, jakist, *Harchova i pererobna promislovist*, 2004, 5, 17–19.
- 12 **Ivankin, A. N., Chernuha, I. M., Kuznecova, T. G.** O kachestve rastitelykh i zhivotnykh zhirov, *Maslozhировая promyshlennost*, 2007, 2, 8–11.
- 13 **Gladkii, F. F., Timchenko, V. K., Demidov, I. M. ta in.** Tehnologija modifikovanih zhiriv, Kh. : Pidruchnik NTU «KhPI», 2014, 214.
- 14 Zhiri ta olii tvarinni. Analizuvannya metodom gazovoi hromatografii metilovyh efiriv zhirmih kislot: DSTU ISO 5508:2001, Chinnii vid 2003-01-01, Kiiv: Derzhspozhivstandart Ukraïni, 2003, 15.
- 15 Masla rastitel'nye i margarinovaya produkcija. Metod obnaruzheniya falsifikacii GOST 30623-98, [Vveden s 2000-01-01], M.: Standartinform, 2010, 16.
- 16 Zhir molochnoi. Vijavlennja roslinnogo zhiru metodom gazoridinoi khromatografii steriniv (kontrol'nii metod), DSTU ISO 3594:2001, Chinnii vid 2009-01-01, Kiiv: Derzhspozhivstandart Ukrainy, 2009, 11.
- 17 Zhiri ta olii tvarinni i roslinni. Vznachennja skladu sterinovoï frakcii. Gazohromatografichnii metod: DSTU ISO 6799:2002, Chinnii vid 2003-04-01, Kiiv: Derzhavnyi komitet z pitan tehničnogo reguluvannya ta spozhivchoï politiki, 2003, 8.
- 18 Zhir molochnyi. Metod obnaruzheniya rastitelnykh zhirov gazozhidkostnoi hromatografiei sterinov GOST R 51471-99, [Vveden s 2001-01-01], M.: Rosstandart Rossii, 2001, 5.
- 19 **Rudakov, O. B., Poljanskii, K. K., Aleksyuk, M. P.** Kachestvennaja identifikacija molochnogo zhiru po hromatograficheskim dannjam // *Zhurnal analiticheskoi himii*, 2002, 57, 12, 1267–1275.
- 20 **Vetter, W., Schröder, M. Lehnert, K.** Differentiation of refined and virgin edible oils by means of the trans- and cis-phytol isomer distribution, *J. Agric. Food Chem.*, 2012, 60 (24), 6103–6107.
- 21 **Lipp, M.** Review of methods for the analysis of triglycerides in milk fat: application for studies of milk quality and adulteration, *Food Chemistry*, 1995, 54, 2, 213–221.
- 22 **Kishenko, V. A.** Udoshonalennja metodiv kontrolyu pokaznikov yakosti u tehnologii prirodnih ta modifikovanih zhiriv : avtoref. dis. na zdobuttja nauk. stupenyu kand. tehn. nauk : spec. 05.18.06 «Tehnologija zhiriv, efirnih masel i parfumerno-kosmetichnih produktiv», Kharkiv, 2011, 19.

Надійшла (received) 18.12.2014